



מספר הקורס: 1020010-00

שם הקורס בעברית: השאלות הגדולות במדעי הטבע

שם הקורס באנגלית: Great Questions in the Life Sciences

שנה"ל: תש"ף

שם המרצה: ד"ר אולגה קלבנוב-אקופיאן

שם תוכנית הלימודים: התוכנית ללימודים הומניסטיים

משך והיקף הקורס: שנת; 2 ש"ש

מבנה/סיווג הקורס: שיעור

נקודות זכות אקדמיות: 4 נ"ז

דרישות קדם: ללא דרישות קדם

מועד שעות הקבלה: יום ד' 12:00-13:00

פרטי קשר של המרצה: olgaponq@gmail.com

052-8714602

מטרות הקורס:

מטרת הקורס היא להעניק ידע וכלים בנושאים הקשורים למדעי הטבע בסיטואציות יום יומיות הסובבות אותנו. כאשר נראה כיצד מידי יום אנחנו נתקלים במצבים מורכבים בפוליטיקה, בפילוסופיה ובספרות והם שזורים בקשרים בלתי ניתנים להפרדה עם אבולוציה, גנטיקה, אפיגנטיקה, מדעי הרפואה, ביו-הנדסה ומיקרוביולוגיה.

ניחשף לחידושים אחרונים בשוק המדע העולמי ותרומתם של חוקרים ישראלים. נבין מה השאלות שנשאלות במעבדות מחקר ובחברות הזנק שמניעות היום את החוקרים. לשם כך נעקוב אחר חשיבה מדעית מימי קדם ועד היום תוך התפתחות תחומים כגון: הנדסה גנטית, עריכת גנום, פיענוח מיקרוביום.

נכיר תחום של אפיגנטיקה התנהגותית ונקיף היבט אתי של התפתחות מדעית והשפעתה על האנושות. נראה כיצד פרויקט הפיענוח של הגנום האנושי משנה את פני הרפואה היום, כיצד אנחנו רוכשים יכולת להשפיע על רצון לחיי נצח, להשפיע על הגנים שלנו, להבין מיהו השולט המרכזי על עתידנו - הגנים עלינו או אנחנו על הגנים על ידי הבחירות שלנו במהלך החיים. נלמד על רפואה מותאמת אישית ובין כיצד משתנות הגישות הרפואיות כיום. נבין מושגים בסיסיים דרך צעדת מסלול מדנ"א לחלבון, נראה כיצד הבנה של המסלול הזה שינתה את פני המדע. נשים דגש על השינויים והמהפכות המדעיות מרגע היווצרות החיים, דרך ימי הביניים, נתרכז במאה ה-21 ונביט אל העתיד.

תיאור הקורס:

מדעי החיים הם שם כולל לתחומי ידע ומחקר העוסקים ביצורים חיים. אנחנו נלמד כיצד התחילו והתפתחו חיים על פני כדור הארץ. נציג אישים ותיאוריות מרכזיות בתחום האבולוציה והבריאה הספונטנית. נעקוב כיצד משתנה חשיבה מדעית, כיצד נבנות תאוריות וכיצד תאוריה הופכת לעובדה מדעית ומכאן נולדים פתרונות של רפואה מותאמת אישית, שינויי חקיקה ומתפתחים אירועים היסטוריים המשנים את עתידינו.

בעזרת מסע לתוך התא נבין כיצד הקוד הגנטי הופך לתכונה. נלמד שפות שיאפשרו להתמקד ולהבין תהליכי התפתחות ותגליות גדולות במדע המאה ה-21, שפות של עריכת גנים, שפות של מיקרואורגניזמים, סודות הווירוסים והכוחות האדירים שמניעים תהליכים סרטניים.

נראה כיצד תגליות חדשות ושיטות מחקר עכשוויות מובילות אותנו לשינוי גלובלי בתחום הרפואה (השתלת תאים, תיקון דנ"א של עובר בתוך הרחם, פוטנציאל הטמון בתאי גזע, הפריה מלאכותית, תרופות ביולוגיות ואימונותרפיה נגד מחלת סרטן). נראה כיצד הרפואה משנה את פניה והופכת למותאמת אישית ועל ידי כך מעלה סיכוי לריפוי מחלות חשוכות מרפא.

נכיר את עולם המיקרואורגניזמים ונבין את ההשפעות שלהם על בריאות גופנו, נלמד כיצד מתקשרים בעולם המיקרו וכיצד חיידקים "מנוצלים" בעת מלחמה כנשק ביולוגי.

נכיר תחומים חדשים כמו: אפיגנטיקה התנהגותית, הורשה, הנדסה גנטית ונעמוד על ההשפעה הגנטית והסביבתית על אופי וחוזק של אדם. נכיר את השעונים הביולוגיים, ויכולות פיזיולוגיות של אדם "להתחמק" ממוות. בעיקר נראה כיצד מדע מעורב בחיי היום יום של כל אחד ואחת מאתנו הן בפן רפואי, והן בפן התנהגותי וכלכלי.

חובות הקורס והרכב הציון בקורס:

- רפרט בכיתה: 40%
- עבודת סוף קורס (היקף של 5 עמודים הכוללים ניתוח מאמר מדעי): 45 %
- השתתפות פעילה בדיונים ומוכנות לשיעור: 15 %
- **ציון עובר בקורס: 60**
- **יש לקרוא את קריאת החובה לקראת כל שיעור רלוונטי.**

פירוט השיעורים (מפגשים), הנושאים הנלמדים בכל שיעור וקריאת החובה והרשות בכל שיעור:

מסטר א'

שיעור מס' 1: מה שהיה ומה שיהיה: התפתחות החיים בכדור הארץ

נדבר על תאוריות התפתחות חיים בכדור הארץ, החל מבריאה ספונטנית וכלה באביוגנזה. נזכיר את גישתם של אריסטו, קארולוס ליניאוס שהובילו להתחלה של תאוריית האבולוציה. נלמד על מרק הקדמוני וכיצד נוצר חומר חי מלא חי.

קריאת חובה:

Stanley L. Miller, A Production of Amino Acids under Possible Primitive Earth Conditions Science, New Series, Vol. 117, No. 3046 (May 15, 1953), pp. 528-529

קריאת רשות:

ג'ון גריבין, היסטוריה של מדע 1543-2001, משכל בע"מ, תל אביב, 2002 עמ' 25-57

שיעור מס' 2: תאוריית האבולוציה והיווצרות המינים

השיעור יוקדש לתאוריית האבולוציה, החל מחתולים חנוטים במצרים העתיקה, דרך תאוריה של ז'אן למארק ומסעו של צ'ארלס דארווין. נבין כיצד התפתחו מינים כה רבים של יצורים חיים, מי המין השורד, ונלמד על הקשר בין הורשה לסביבה. נדון בהוכחות לנכונות תאוריית אבולוציה על ידי אנטומיה השוואתית, אבמרילוגיה וחקר מאובנים ועוד.

קריאת רשות:

אורן הרמן, מחיר האלטרואיזם, תל אביב, ספרי עליית הגג, 2010
ג'ון גריבין, היסטוריה של מדע 1543-2001, משכל בע"מ, תל אביב, 2002
גריא.קוין, למה אבולוציה נכונה, תל אביב, ספרי עליית הגג ומשכל, 2013
ויליאם ביינום, היסטוריה של המדע לצעירים מכל הגילאים, תל אביב, ספרי עליית הגג ומשכל
2016,

שיעור מס' 3: התפתחות המינים ואבולוציה מודרנית

האם יש אבולוציה קצרה, האם אנחנו מסוגלים לראות תהליכים אבולוציוניים תוך מספר ימים בודדים בלבד, כיצד טכנולוגיה והתפתחות המדע משפיעים על אבולוציה (אבולוציה מודרנית). סקירה של ההיבט האתי של התערבות האדם בתהליכים אבולוציוניים.

קריאת חובה:

Jay T. Stock, Are humans still evolving? EMBO, 2008

קריאת רשות:

Lenski, Richard E. "Source of founding strain". 2009 Michigan State University.

ד"ר גרטי, אבולוציה בעידן המודרני, רחובות, מכון דוידסון, 2011

שיעורים מס' 4-5: מסע לתוך התא-מבנה ותפקוד של מכונת שכפול אדירה

בשיעור זה נלמד ממה מורכב גוף האדם או כל יצור חי? כיצד למדו שיצורים חיים מורכבים מתאים? מה זה תא וכיצד הוא מתפקד? מהי הפרשנות המודרנית לתאוריה תאית? האם וירוס הוא תא חי, מה מסתתר בעולם הווירוסים, והאם ישנן תיבות פנדורה בעולם הוויראלי? השפעתן של מגיפות הגדולות על היסטוריה אנושית.

קריאת חובה:

סיכום על ביוכימאית ישראלית, ילידת ירושלים, פרופ' עדה יונת, אשר זכתה בפרס נובל על גילוי מרכיב חשוב בתא אאוקריוטי, הריבזום .

<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2009/yonath/auto-biography/>

<https://telem.openu.ac.il/courses/c20237/virology/variola-g.htm>

שיעור מס' 6 : מדנ"א, המולקולה עתירת המידע הגדולה ביותר ביקום דרך הרנ"א, המולקולה שיודעת לעשות הכל ועד לחלבון המפקד על חיינו.

בשיעור זה נלמד מהו חומר תורשתי, מדוע חייבים להגן עליו בקפידה, מי גילה את הדנ"א ועל ידי כך שינה את פני עתיד המדע והרפואה. כיצד פקודה הנעולה על ידי הקוד השמור ביותר בתולדות האנושות הופכת להיות תכונה. נעסוק בדוגמה המרכזית של מדעי החיים : מדנ"א, ורנ"א לחלבון.

קריאת חובה:

יהודית עתידיה, גנטיקה, עמ' 35-40, ירושלים, האוניברסיטה העברית בירושלים, 2004

קריאת רשות:

ברנדה מדוקס, רוזלינד פרנקלין הגברת האפלה של דנא, תל אביב, ידיעות ספרים, 2009

שיעור מס' 7: חוקי ההורשה

השיעור יעסוק בתורשתיות, המשכיות, העברת מידע מדור לדור, הקשר בין מוטציה למחלה, הקשר בין סביבה לתורשה. נדון בתכונות כגון לבקנות וגמדות. נראה תהליך אבולוציוני בכרומוזמי מין X ו-Y. נלמד על הורשה מיטוכונדראלית והקשר שלה לזיהוי " הגנום היהודי" ונראה כיצד במבט היסטורי ניתן לקחת תכונות ונטיות ולבנות סביבן פילוסופיה חברתית חדשה.

קריאת חובה:

יהודית עתידיה, גנטיקה, עמ' 105-110, ירושלים, האוניברסיטה העברית בירושלים, 2004

שיעור 8 : אאוגניקה

לאחר הבנה ראשונית של חוקי הגנטיקה, חוקרים מתחומי אבולוציה ופסיכולוגיה החלו לבנות תאוריית אאוגניקה בסוף המאה ה-19. לראשונה טבעו את המושג - שמשמעותו המילולית היא "נולד היטב" והקימו תנועה חשדה. מטרת התנועה האאוגנית היתה להשביח את הגזע האנושי. ניחשף על הקשר בין גנטיקה ותוכניות לעידוד ילודה בקרב "האנשים הטובים ביותר" בחברה ומניעת ילודה בקרב "האלמנטים הגרועים ביותר".

שיעורים מס' 9-10: גן העדן וגנום והאם קיים גנום יהודי

כוחות פוליטיים, כלכליים וחברתיים מקנים לפרויקט הגנום משמעויות מרחיקות לכת, המשפיעות באופן עמוק על הדרך שבה אנו תופסים את עצמנו. בשיעור נדון כיצד הפך הגנום ממולקולה ביוכימית דוממת לגיבור תרבות ולמבשר ה"מהפכה הגנטית", מהן השלכותיו של הפרויקט על האופן שבו אנו מנהלים את חיינו ומביאים לעולם את ילדינו. נלמד על פיענוח הגנום האנושי והיבטיו המדעיים, הפוליטיים, הכלכליים והאתיים. ננסה לענות על אחת השאלות העתיקות בחקר הגנומיקה: " האם קיים גנום יהודי?"

קריאת רשות:

Francis S. Collins et al., Science 2003. The Human Genome Project: Lessons from Large-Scale Biology, Vol. 300, Issue 5617, pp. 286-290.

שיעור מס' 11 – רפרטים בנושא גנומיקה וגנטיקה

שיעור זה יוקדש לרפרטים בנושאי אבולוציה, גנטיקה ומיקרוביולוגיה

שיעור מס 12 : טכניקת עריכת גנים CRISPR משנים את פני הרפואה והמחקר

חוקרים סיניים הצליחו לשנות את הגנום של עוברים אנושיים בשיטה ביוטכנולוגית חדשנית שנקראת CRISPR/Cas9 ראשי תיבות של Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat . בשיעור נדון כיצד מערכת חיסונית של חיידקים התגלתה ככלי המאפשר לערוך גנים בכל יצור חי. כלי מהפכני עבור עולם הנדסה גנטית ורפואה. אבל גם נשאל את עצמינו אולי יש דברים שהיה עדיף להשאיר לטיפול של אמא טבע ?

קריאת חובה:

גלי וינרב, טכנולוגיית הפלא שעשויה לשנות תכונות עוברים עולה מדרגה, גלובס, 2017

קריאת רשות:

Ramkumar P et al, CRISPR-based genetic interaction maps inform therapeutic strategies in cancer. Transl Cancer Res. 2018

Soriano V. Hot News: Gene Therapy with CRISPR/Cas9 Coming to Age for HIV Cure. AIDS Rev. 2017

שיעור 13 : פרקים נבחרים בנירוביולוגיה.

בשיעור נארח את ד"ר גלעד יעקובסון ונתמקד בנושא סקירת אירועים היסטוריים במדעי המוח.

סמטר ב

שיעור מס' 14 : מיקרוביום, ממה באמת מורכב גוף האדם?

במהלך שיעור זה נענה על השאלות הבאות:

מהם חיידקים והאם הם שונים מוורוס וטפילים? ממה באמת מורכב גוף האדם? מהם ההשלכות על בריאותינו בגין העובדה כי רובינו מורכבים מתאי חיידק ולא מתא הומני? האם פתרון למחלות נמצא בהשתלת צואה? מה הקשר בין מיקרוביום שלנו למוח, ללידה טבעית מול לידה קיסרית? האם על ידי למידה על מיקרואורגניזמים בגופינו נוכל להתאים דיאטה אישית עבור כל אחד? האם קיים חיידק ש"בזכותו" הוקמה מדינת ישראל?

קריאת חובה:

Albert L. Lehninger, Principles of Biochemistry 2nd ed., p. 21-28, 1993

קריאת רשות:

Ursell, Luke K et al. "Defining the Human Microbiome." Nutrition reviews. 2012.
Petrosino, Joseph F. "The Microbiome in Precision Medicine: The Way Forward." Genome Medicine, 2018

שיעור מס' 15 : תקשורת בעולם המיקרו (על מה חיידקים מרכלים)

בשיעור זה נגלה שפה חדשה שמייחדת ומאחדת את היצורים בעולם המיקרו, נלמד על אופן התקשורת ביניהם ונבין מדוע כל כך חשוב שאפילו ביצורים המורכבים מתא אחד בלבד תהיה קומוניקציה לצורך הישרדות.

קריאת חובה:

Bonnie L. Bassler, Small Talk: Cell-to-Cell Communication in Bacteria, Cell, Vol. 109, 421–424, May 17, 2002

שיעור מס' 16 : איומים ביולוגיים במלחמה ושלום

את האפשרות כי שדה הקרב העתידי יוכרע, במהלך מלחמת עולם גדולה, לא בכלי נשק קונבנציונליים אלא ביולוגיים - במגפה קשה - כבר ניבא הנביא זכריה. הוא אף טרח לפרט את הסימפטומים "המק בשרו והוא עמד על רגליו ועיניו תמקנה בחריהן ולשונו תמק" (זכריה יד, 12). בשיעור זה נלמד על מהו נשק ביולוגי, ההיסטוריה של הנשק הביולוגי ואנשי מפתח המעורבים במחקר העכשווי אודותיו.

שיעור מס' 17: תאי גזע

מהם תאי גזע? בשיעור זה נתמקד ביישומים רפואיים הטמונים בחקר תאי הגזע, נלמד על מודלים של מחלות אלצהיימר, פרקינסון, סרטן. נדון על התפתחות הפריה מלאכותית ושיבוט רפואי.

קריאת חובה:

Józef Dulak et al., Adult stem cells: hopes and hypes of regenerative medicine, Acta Biochimica Polonica, 2015

ד"ר מאיר ברק, מהם תאי גזע, רחובות, מכון דוידסון, 2011

קריאת רשות:

Mimeault, M., R. Hauke, and S.K. Batra, Stem cells: a revolution in therapeutics-recent advances in stem cell biology and their therapeutic applications in regenerative medicine and cancer therapies. Clin Pharmacol Ther, 2007. 82(3): p. 252-64.

Zheng W1,2, Li Q1,2, Zhao C3, Da Y4, Zhang HL5, Chen Z1 Differentiation of Glial Cells From hiPSCs: Potential Applications in Neurological Diseases and Cell Replacement Therapy. Front Cell Neurosci. 2018

שיעור מס' 18 : עשרת המכות – סיפור המדעי

האם ניתן להסביר אירועים המתוארים בתנ"ך כדוגמת עשרת המכות, בצורה מדעית התואמת תאוריות עכשוויות.

שיעור מס' 19 : שעונים ביולוגיים והאם יש חיי הנצח

בשיעור זה נדון על חיי נצח, נדבר על שעונים ביולוגיים, תהליך ההזדקנות ומעין הנעורים. נדבר על קבוצת גנים האחראיים על אריכות ימים והאם בכלים הידועים לנו היום בביולוגיה מולקולרית ניתן להאריך אורך ואיכות חיים. בנוסף, נדון על תהליך האפופטוזיס – מוות מתוכנן מראש, ברמה תאית, ברמת האורגניזם וברמת האוכלוסייה.

שיעור מס' 20 : סרטן- מלכת המחלות ורפואה מותאמת אישית

נתחיל שיעור בסקירה קצרה של מחלת הסרטן, מקור המחלה, יחס לחולים מימי אמחוטפ, היפוקרטס ושינוי גישה במאה ה-19. נלמד על מנגנונים מולקולריים מאחורי המחלה, נדון בפתרונות רפואיים כימותרפיים, ביולוגיים, אימונתרפיים.

האם כל טיפול רפואי מתאם לכל אחד? התשובה היא לא. כיצד להתאים טיפול עבור חולה סרטן אינדיבידואלי. הרפואה מסתכלת על כל אחד כפרט, שינוי בגישה ברפואה מודרנית.

שיעור מס' 21-22: שיעור זה יוקדש לרפרטים בנושא סרטן, שעונים ביולוגיים, תאי גזע והפריה מלאכותית.

שיעור מס' 23: אפיגנטיקה ואפיגנטיקה התנהגותית

האם אנחנו יכולים לשלוט על גורלינו הגנטי? כיצד גנים שלנו משפיעים על ההתנהגות ויכולת התמודדות שלנו. האם דפוסי התנהגות עוברים בתורשה ומה נוריש לילדינו מלבד הגנים? אלו הן הסוגיות בהן נדון בשיעור זה. בנוסף, בשיעור נדבר על הורים כמהנדסים גנטיים של עתיד ילדיהם ומחקר אפיגנטי בבני אדם ובעלי חיים.

שיעור מס' 24: פרקים נבחרים בנוירוביולוגיה.

בשיעורי נארח את ד"ר גלעד יעקובסון ונתמקד בנושא של תקשורת במערכת העצבים ומהפכת האופטוגנטיקה וחידושים מדעיים בחקר המוח.

שיעור מס' 25: עולם תעשיית הביו-טק בישראל

בשיעור זה נארח את ד"ר ניקולאי קוניצר מנכ"ל חברת "Betalin Therapeutics" אשר ידבר על התפתחות תעשיית ה-bio טק בישראל.

שיעור מס' 26: מלחמת המינים

בשיעור זה נסגור מעגל ונסכם את השנה על ידי חשיפה לתאוריית ברייטון, נראה כיצד תיאורטיקנים של תחילת מאה ה-19 הובילו לחשיבה מגדרית מודרנית והשפעתם של ניטשה ואריסטו. נדון על ההבדלים בין המינים בטבע בהתבסס על הידע הביולוגי הקיים כיום.

***הערות:**

ייתכנו שינויים קלים בסדר השיעורים.